



POTENSI AKTINOMISET FILOPLAN TUMBUHAN SOLANACEAE DALAM MENEKAN *Phytophthora capsici* PADA CABAI DAN KOMPATIBILITASNYA DENGAN FUNGISIDA METALAKSIL

MUHAMAD BASRI



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Potensi Aktinomiset Filoplan Tumbuhan Solanaceae dalam Menekan *Phytophthora capsici* pada Cabai dan Kompatibilitasnya dengan Fungisida Metalaksil” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Muhamad Basri
A3502211007



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

MUHAMAD BASRI. Potensi Aktinomiset Filoplan Tumbuhan Solanaceae dalam Menekan *Phytophthora capsici* pada Cabai dan Kompatibilitasnya dengan Fungisida Metalaksil. Dibimbing oleh EFI TODING TONDOK dan GIYANTO.

Tanaman cabai merupakan tanaman yang sangat penting di Indonesia. Potensi dan nilai ekonomi yang dimiliki sangat besar namun produktivitasnya di Indonesia masih rendah. Usaha budi daya yang dilakukan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cuaca, kondisi tanah, benih yang rentan terhadap infeksi patogen, pemupukan yang tidak sesuai rekomendasi, serta keberadaan hama dan patogen tanaman. Salah satu penyakit tanaman yang penting adalah penyakit busuk *Phytophthora* yang disebabkan oleh cendawan *Phytophthora capsici*. Gejala tanaman yang terserang patogen tersebut diawali dengan adanya bercak pada percabangan batang yang kemudian meluas mengakibatkan batang dan cabang tanaman menjadi busuk serta kering. Cendawan patogen menyebar dengan cepat terutama pada kondisi lingkungan dengan kelembapan tinggi. Pengendalian penyakit ini menjadi hal yang sangat penting. Teknik pengendalian yang dapat dilakukan adalah pengendalian secara fisik, mekanis, teknik budi daya, pengendalian secara kimia, dan biologi. Penggunaan senyawa kimia sintetis merupakan pengendalian yang paling umum dilakukan, namun pengendalian tersebut menimbulkan dampak negatif bagi tanaman, lingkungan dan manusia.

Alternatif pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan agens pengendalian hayati. Salah satu jenis agens hayati yang dapat digunakan adalah bakteri aktinomiset. Beberapa laporan menyebutkan bakteri aktinomiset merupakan bakteri Gram-positif yang menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang efektif mengendalikan berbagai penyakit tanaman akibat infeksi cendawan patogen. Penggunaan aktinomiset mampu menjadi alternatif pengendalian untuk mengurangi ketergantungan petani terhadap fungisida kimia sintetis. Penggunaan aktinomiset yang kompatibel dengan fungisida kimia diharapkan menjadikan pengendalian tidak hanya bergantung pada peningkatan dosis apabila terjadi resistensi, sehingga meminimumkan dampak buruk bagi lingkungan serta penurunan biaya produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan agens pengendalian hayati bakteri aktinomiset yang dapat menekan penyakit akibat infeksi cendawan *P. capsici* dan mendapatkan aktinomiset yang tahan terhadap fungisida kimia sintetis metalaksil. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan yang meliputi: peremajaan cendawan *P. capsici* koleksi Laboratorium Mikologi IPB, eksplorasi bakteri aktinomiset dari tumbuhan famili Solanaceae, uji fungsi fisiologis dari bakteri aktinomiset, uji paparan aktinomiset terhadap fungisida kimia sintetis metalaksil, uji penghambatan bakteri aktinomiset terhadap cendawan *P. capsici* secara *in vitro*, uji analisis hirarki proses, identifikasi molekuler bakteri aktinomiset terpilih, uji *in vivo* pada tanaman cabai, dan analisis senyawa dengan *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS).

Isolasi dilakukan pada tiga lokasi berbeda yaitu, Kabupaten Bogor, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Wonosobo. Terdapat 71 isolat aktinomiset yang berhasil diisolasi dari 11 spesies tumbuhan dari famili Solanaceae. Isolat aktinomiset yang lolos uji keamanan hayati sebanyak 39 isolat. Hasil uji



pendahuluan dan penapisan potensi antagonis diperoleh 16 isolat aktinomiset yang mampu menekan pertumbuhan cendawan *P. capsici*. Uji *in vitro* terhadap 16 isolat terpilih menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan cendawan oleh isolat-isolat aktinomiset baik pada kultur aktinomiset maupun filtrat aktinomiset. Hasil uji *dual culture* menunjukkan bahwa isolat aktinomiset mampu menghambat pertumbuhan cendawan dalam cawan petri hingga 98,2% oleh isolat 46PPS. Selanjutnya pada pengujian senyawa organik yang mudah menguap pertumbuhan cendawan mengalami hambatan tertinggi oleh isolat 41LAL hingga 74,1%. Penggunaan filtrat yang diperoleh dari isolat 39KPG mampu menghambat pertumbuhan cendawan pada media cair hingga 98,9%. Indeks selulolitik menunjukkan kemampuan aktinomiset dalam memecah molekul selulosa, nilai indeks selulolitik tertinggi diperoleh dari isolat 2LAP sebesar 2,1. Sebanyak 16 isolat terpilih menunjukkan ketahanan terhadap fungisida metalaksil.

Pembobotan menggunakan metode AHP menyaring 16 isolat menjadi lima kandidat terbaik dengan kode isolat yaitu 1LAL, 2LAP, 25TPT, 37LAT dan 41LAL. Hasil identifikasi molekuler melalui sekuen gen 16S rRNA dengan primer 27F (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3') dan 1492R (5'-TACGGYTACCTTGTTACGACTT-3') menunjukkan bahwa kelima isolat terpilih tersebut adalah *Streptomyces albus*, *S. pratensis*, *S. seoulensis*, *Pseudonocardia tropica*, dan *S. somaliensis*. Aplikasi aktinomiset mampu memperpanjang masa inkubasi penyakit untuk muncul di pembibitan. Perlakuan *S. pratensis* dan *S. seoulensis* memperpanjang masa inkubasi menjadi 7,25 hari. Insidensi penyakit paling rendah sebesar 27,50% ditunjukkan oleh perlakuan *P. tropica*. Nilai AUDPC terendah terlihat pada perlakuan isolat *S. pratensis* dengan nilai sebesar 410. Kemampuan efikasi di pembibitan paling rendah 31,85% hasil perlakuan isolat *S. somaliensis* sedangkan efikasi tertinggi sebesar 59,26% hasil perlakuan isolat *P. tropica*. Aplikasi aktinomiset secara *in vivo* mampu memengaruhi performa pertumbuhan tanaman cabai. Pengaruh aplikasi aktinomiset pada tinggi tanaman cabai hasil terbaik ditunjukkan oleh perlakuan *P. tropica* dengan tinggi tanaman cabai 46,93 cm, berbeda nyata jika dibandingkan kontrol 41,71 cm. Diameter batang dan panjang akar tanaman perlakuan *S. somaliensis* merupakan perlakuan terbaik dengan nilai sebesar 4,15 mm dan 20,43 cm, lebih besar jika dibandingkan kontrol tanpa aplikasi aktinomiset sebesar 3,65 mm dan 19,08 cm. Hasil penimbangan bobot tanaman paling berat ditunjukkan oleh perlakuan isolat *P. tropica* yaitu 15,8 gr berbeda nyata dibandingkan kontrol 11,36 gr. Analisa senyawa metabolit yang dihasilkan aktinomiset menggunakan metode GC-MS menunjukkan aktinomiset memproduksi senyawa metabolit anticendawan. Isolat *S. pratensis* menghasilkan sebanyak 12 jenis senyawa metabolit dan *P. tropica* menghasilkan 14 jenis senyawa metabolit.

Kata kunci: busuk, penghambatan, pemacu pertumbuhan, *Pseudonocardia*, *Streptomyces*

SUMMARY

MUHAMAD BASRI. The Potential of Actinomycetes from Phylloplane of Solanaceae as Biocontrol Agents of *Phytophthora capsici* on Chili and its Compatibility with Metalaxyl. Supervised by EFI TODING TONDOK and GIYANTO.

Chili is a very important crop in Indonesia. Its potential and economic value is very large but its productivity in Indonesia is still low. Cultivation efforts are influenced by several factors, namely weather, soil conditions, seeds that are susceptible to pathogen infection, fertilization that is not according to recommendations, and the presence of pests and plant diseases. One important plant disease is phytophthora rot caused by the fungus *Phytophthora capsici*. Symptoms of plants attacked by the pathogen begin with a spot on the branching of the stem which then expands causing the stem and branches of the plant to become rotten and dry. The pathogenic fungus spreads rapidly especially in environmental conditions with high humidity. Controlling this disease is very important. Control techniques that can be done are physical control, mechanical control, cultivation techniques, chemical control, and biological control. The use of synthetic chemical compounds is the most common control, but it has a negative impact on plants, the environment, and humans.

An alternative control that can be done is by utilizing biological agents. One type of biocontrol agents that can be used is actinomycetes bacteria. Several reports mention that actinomycetes bacteria are Gram-positive bacteria that produce secondary metabolite compounds that effectively control various plant diseases caused by pathogenic fungal infections. The use of actinomycetes that are compatible with chemical fungicides is expected to enable disease control without solely relying on increased dosages in the event of resistance, while minimizing environmental harm and reducing production costs.. The purpose of this study was to obtain actinomycetes bacterial biocontrol agents that can suppress diseases caused by *P. capsici* fungal infection and obtain actinomycetes that are resistant to the synthetic chemical fungicide metalaxyl. This research was conducted in stages including: rejuvenation of *P. capsici* fungus in the collection of IPB Mycology Laboratory, exploration of actinomycetes bacteria from plants of the Solanaceae family, physiological function test of actinomycetes bacteria, exposure test of actinomycetes to synthetic chemical fungicide metalaxyl, inhibition test of actinomycetes bacteria against *P. capsici* fungus *in vitro*, hierarchical process analysis test, molecular identification of selected actinomycetes bacteria, *in vivo* test on chili plants, and compound analysis by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS).

Isolation was carried out in three different locations, namely Bogor Regency, Bandung Regency, and Wonosobo Regency. There were 71 isolates of actinomycetes successfully isolated from 11 plant species from the Solanaceae family. Actinomycete isolates that passed the biosafety test were 39 isolates. The results of preliminary tests and screening of antagonistic potential obtained 16 isolates of actinomycetes that are able to suppress the growth of *P. capsici* fungus. *In vitro* tests on 16 selected isolates showed inhibition of fungal growth by



actinomycetes isolates both in actinomycetes culture and actinomycetes filtrate. The dual culture test results showed that actinomycetes isolates were able to inhibit the growth of fungi in petri dishes up to 98.2% by isolate 46PPS. Furthermore, in the test of volatile organic compounds, the growth of fungi experienced the highest inhibition by isolate 41LAL up to 74.1%. The use of filtrate obtained from isolate 39KPG was able to inhibit fungal plants in liquid media up to 98.9%. The cellulolytic index shows the ability of actinomycetes to break down cellulose molecules, the highest cellulolytic index value was obtained from isolate 2LAP of 2.1 cellulolytic index. A total of 16 selected isolates showed resistance to the fungicide metalaxyl.

Weighting using the AHP method filters 16 isolates into five best candidates with isolate codes namely 1LAL, 2LAP, 25TPT, 37LAT and 41LAL. Molecular identification results through the 16S rRNA gene sequence with primer 27F (5'–AGAGTTTGATCMTGGCTCAG–3) and 1492R (5'–TACGGYTACCTTGTTAC GACTT–3') showed that the five selected isolates were *Streptomyces albus*, *S. pratensis*, *S. seoulensis*, *Pseudonocardia tropica*, and *S. somaliensis*. The application of actinomycetes was able to prolong the incubation period for the disease to emerge in the nursery. *S. pratensis* and *S. seoulensis* treatments extended the incubation period to 7.25 days. The lowest disease incidence of 27.50% was shown by the *P. tropica* treatment. The lowest AUDPC value was seen in the *S. pratensis* isolate treatment with a value of 410. Efficacy ability in the nursery was the lowest at 31.85% from the *S. somaliensis* isolate treatment while the highest efficacy was 59.26% from the *P. tropica* isolate treatment. Actinomycetes application *in vivo* can affect the growth performance of chili plants. The effect of actinomycetes application on the height of chili plants, the best results were shown by the *P. tropica* treatment with a chili plant height of 46.93 cm, significantly different from the control of 41.71 cm. The stem diameter and root length of *S. somaliensis* treatment plants are the best treatment with values of 4.15 mm and 20.43 cm, greater than the control without actinomycetes application of 3.65 mm and 19.08 cm. The results of weighing the heaviest plant weight were shown by the treatment of isolate *P. tropica*, which was 15.8 g, significantly different from the control of 11.36 g. Analysis of metabolite compounds produced by actinomycetes using the GC-MS method showed that actinomycetes produced antifungal metabolite compounds. *S. pratensis* isolates produced 12 types of metabolite compounds and *P. tropica* produced 14 types of metabolite compounds.

Keywords: rot, inhibition, growth promotion, *Pseudonocardia*, *Streptomyces*



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



POTENSI AKTINOMISET FILOPLAN TUMBUHAN SOLANACEAE DALAM MENEKAN *Phytophthora capsici* PADA CABAI DAN KOMPATIBILITASNYA DENGAN FUNGISIDA METALAKSIL

MUHAMAD BASRI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Fitopatologi

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis: Prof. Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Nama
NIM

@Hak cipta milik IPB University

Judul Tesis : Potensi Aktinomiset Filoplan Tumbuhan Solanaceae dalam Menekan *Phytophthora capsici* pada Cabai dan Kompatibilitasnya dengan Fungisida Metalaksil

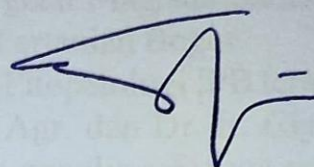
: Muhamad Basri

: A3502211007

Disetujui oleh

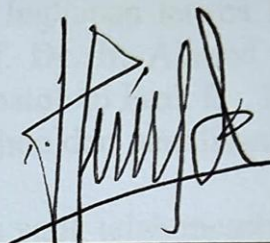
Ketua Komisi Pembimbing:

Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc. Agr.



Anggota Komisi Pembimbing:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

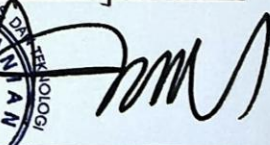
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

NIP. 196707091993031002

Dekan Fakultas Pertanian:

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr.

NIP. 196902121992031003


Tanggal Ujian: 26 Mei 2025

Tanggal Lulus:

01 AUG 2025



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tesis yang berjudul “Potensi Aktinomiset Filoplan Tumbuhan Solanaceae dalam Menekan *Phytophthora capsici* pada Cabai dan Kompatibilitasnya dengan Fungisida Metalaksil” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Fitopatologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua dosen Fitopatologi IPB terutama para pembimbing, Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc. Agr. dan Dr. Ir. Giyanto, M.Si. yang telah membimbing dan banyak mengarahkan penulis sehingga penulis sangat terbantu dalam proses penelitian yang dilakukan. Ungkapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada dosen penguji yaitu Prof. Dr. Ir. Abdjad Asih Nawangsih, M.Si. dan dosen perwakilan program studi Fitopatologi Prof. Dr. Ir. Tri Asmira Damayanti, M. Agr. yang telah membantu proses ujian dan penulisan tesis ini, sehingga mempertajam pemikiran penulis.

Ucapan terima kasih juga kepada PT. Prima Agrotech yang telah membiayai kuliah dan penelitian penulis. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang mendalam orang tua, Bapak Indan dan Ibu Suhartik, istri tercinta Indah Lestari dan anak Barra Zain Basril atas kasih sayang, do'a, dukungan, dan motivasi yang tiada henti selama penyusunan tesis ini. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh keluarga besar Laboratorium Mikologi Tumbuhan, Bakteriologi Tumbuhan, rekan-rekan Fitopatologi 2021, dan teman-teman saya yang mau mendukung dan membantu dalam diskusi ilmiah selama penelitian dilaksanakan. Demikian ucapan terima kasih penulis sampaikan semoga hasil penelitian di dalam tesis ini bermanfaat secara luas.

Bogor, Agustus 2025

Muhamad Basri



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.)	4
2.2 Penyakit Busuk <i>Phytophthora</i> Cabai (<i>Phytophthora capsici</i>)	4
2.3 Aktinomiset sebagai Agens Hayati	6
2.4 Fungisida Metalaksil dan Kompatibilitasnya dengan Aktinomiset	7
III EKSPLORASI DAN SELEKSI AKTINOMISET FILOPLAN ASAL TUMBUHAN SOLANACEAE DAN POTENSINYA DALAM MENGHAMBAT CENDAWAN <i>Phytophthora capsici</i>	8
3.1 Abstrak	8
3.2 Abstract	8
3.3 Pendahuluan	9
3.4 Bahan dan Metode	10
3.4.1 Peremajaan Isolat <i>P. capsici</i>	10
3.4.2 Isolasi Aktinomiset asal Tumbuhan Solanaceae	10
3.4.3 Uji Keamanan Hayati	10
3.4.4 Uji Pendahuluan Aktinomiset Menghambat Pertumbuhan <i>P. capsici</i>	11
3.4.5 Pengujian <i>in vitro</i> Aktinomiset Terpilih Asal Tumbuhan Solanaceae	11
3.4.6 Karakterisasi Fisiologi Aktinomiset sebagai Agens Hayati dan Pemacu Pertumbuhan	12
3.4.7 Pembobotan dengan Analisis Hirarki Proses	13
3.4.8 Identifikasi dan Karakterisasi Morfologi Aktinomiset Terpilih Asal Tumbuhan Solanaceae	14
3.4.9 Identifikasi Molekuler	14
3.5 Hasil dan Pembahasan	15
3.5.1 Isolat Cendawan Patogen <i>P. capsici</i>	15
3.5.2 Isolat Aktinomiset Asal Tumbuhan Solanaceae	16
3.5.3 Reaksi Hemolisis dan Hypersensitivitas Isolat Aktinomiset	18
3.5.4 Kemampuan Aktinomiset menghambat <i>P. capsici</i>	20



3.5.5	Kemampuan Aktinomiset Potensial menghambat cendawan <i>P. capsici</i>	22
3.5.6	Karakter Fisiologis Aktinomiset sebagai Agens Hayati dan Pemacu Pertumbuhan	29
3.5.7	Karakter Morfologi Aktinomiset Potensial	32
3.5.8	Hasil Analisis Hirarki Proses	36
3.5.9	Identitas Molekuler Isolat Aktinomiset Terbaik Asal Tubuhan Solanaceae	37
3.6	Simpulan	43
IV	KEMAMPUAN <i>Streptomyces</i> DAN <i>Pseudonocardia</i> FILOPLAN SOLANACEAE MENGHAMBAT PENYAKIT BUSUK PHYTOPHTHORA CABAI DAN KOMPATIBILITASNYA DENGAN METALAKSIL SERTA SENYAWA YANG DIHASILKAN	44
4.1	Abstrak	44
4.2	Abstract	45
4.3	Pendahuluan	45
4.4	Bahan dan Metode	47
4.4.1	Uji <i>Seed Priming</i> Benih Cabai	47
4.4.2	Uji Kompatibilitas Aktinomiset dengan Fungisida Metalaksil	47
4.4.3	Uji <i>in vivo</i> Aktinomiset dalam Menekan Kejadian Penyakit Busuk Phytophthora	48
4.4.4	Uji <i>in vivo</i> Aktinomiset sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai	49
4.4.5	Analisa Senyawa Metabolit Aktinomiset dengan Metode GC-MS	49
4.5	Hasil dan Pembahasan	50
4.5.1	Mekanisme Aktinomiset dalam Menghambat Cendawan <i>P. capsici</i>	50
4.5.2	<i>Seed Priming</i> Benih Cabai dengan Aktinomiset Asal Tubuhan Solanaceae	51
4.5.3	Kompatibilitas Aktinomiset dengan Fungisida Metalaksil	53
4.5.4	Kemampuan Aktinomiset dalam Menekan Kejadian Penyakit Busuk Phytophthora pada Tanaman Cabai	55
4.5.5	Aktinomiset sebagai Pemacu pertumbuhan Tanaman cabai	56
4.5.6	Hasil Analisa Senyawa Metabolit Aktinomiset	59
4.6	Simpulan	62
V	PEMBAHASAN UMUM	63
VI	SIMPULAN DAN SARAN	65
6.1	Simpulan	59
6.2	Saran	59

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	76
RIWAYAT HIDUP	86





DAFTAR TABEL

3.1	Kategori pembobotan pada analisis hirarki proses (AHP)	13
3.2	Jumlah isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae yang terseleksi dalam pengujian reaksi hemolisis dan reaksi hipersensitif	20
3.3	Daya hambat isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae terhadap <i>Phytophthora capsici</i> dan lebar zona hambat yang dihasilkan	21
3.4	Penghambatan pertumbuhan <i>Phytophthora capsici</i> secara <i>dual culture</i> , VOC, dan filtrat kasar oleh aktinomiset terpilih	23
3.5	Kemampuan aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae memproduksi IAA, selulase dan glukonase	30
3.6	Karakter morfologi aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae	33
3.6	Karakter morfologi aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae (lanjutan)	34
3.6	Karakter morfologi aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae (lanjutan)	35
3.7	Hasil pembobotan isolat terbaik dengan metode analisis hirarki proses	36
3.8	Hasil identifikasi isolat 1LAL aktinomiset berdasarkan hasil sekuen gen 16S rRNA yang di seajarkan dengan isolat dari Genbank	38
3.9	Hasil identifikasi isolat 2LAP aktinomiset berdasarkan hasil sekuen gen 16S rRNA yang di seajarkan dengan isolat dari Genbank	39
3.10	Hasil identifikasi isolat 25TPT aktinomiset berdasarkan hasil sekuen gen 16S rRNA yang di seajarkan dengan isolat dari Genbank	40
3.11	Hasil identifikasi isolat 37LAT aktinomiset berdasarkan hasil sekuen gen 16S rRNA yang di seajarkan dengan isolat dari Genbank	41
3.12	Hasil identifikasi isolat 41LAL aktinomiset berdasarkan hasil sekuen gen 16S rRNA yang di seajarkan dengan isolat dari Genbank	42
4.1	Insidensi penyakit oleh <i>Phytophthora capsici</i> dan panjang kecambah benih cabai pada media <i>water agar</i> dengan aplikasi aktinomiset	52
4.2	Kemampuan aktinomiset tumbuh pada media ISP2 cair hasil peracunan dengan fungisida bahan aktif metalaksil 2 g L ⁻¹	53
4.3	Kemampuan aktinomiset menghambat kejadian penyakit busuk oleh <i>Phytophthora capsici</i> di pembibitan	55
4.4	Karakter agronomis tanaman cabai dengan perlakuan aktinomiset terpilih	57
4.5	Hasil analisa GC-MS <i>Streptomyces pratensis</i> (isolat 2LAP)	60
4.6	Hasil analisa GC-MS <i>Pseudonocardia tropica</i> (isolat 37LAT)	61

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

1.1	Alur penelitian “Potensi Aktinomiset Filoplan Tumbuhan Solanaceae dalam Menekan <i>Phytophthora capsici</i> pada Cabai dan Kompatibilitasnya dengan Fungisida Metalaksil”	3
3.1	Morfologi <i>Phytophthora capsici</i> pada media PDA (a) serta bentuk hifa dan sporangium (b)	15
3.2	Koloni hasil isolasi aktinomiset asal daun Solanaceae tanpa pemanasan (a) dan dengan pemanasan (b)	16
3.3	Sumber isolat aktinomiset dari tumbuhan <i>Physalis angulata</i> (ciplukan) (a), <i>Solanum torvum</i> (tekokak) (b), <i>Solanum nigrum</i> (leunca) (c), <i>Solanum betaceum</i> (terong belanda) (d), <i>Datura metel</i> (kecubung) (e), <i>Brugmansia suaveolens</i> (bunga terompet) (f), <i>Capsicum chinense</i> (cabai gendong) (g), <i>Solanum tuberosum</i> (kentang) (h), <i>Solanum pseudocapsicum</i> (ceri yerusalem) (i), <i>Solanum diphyllum</i> (ceri ganda) (j), <i>Capsicum annum</i> (cabai) (k)	17
3.4	Keanekaragaman isolat aktinomiset asal daun tumbuhan famili Solanaceae	18
3.5	Reaksi hemolitik isolat aktinomiset filosfer tumbuhan Solanaceae pada isolat 16CPB negatif hemolitik (a) dan isolat 71TPL positif hemolitik (b)	19
3.6	Reaksi hipersensitif (HR) pada daun tembakau isolat 33LAT positif HR (a) dan isolat 28TPJ negatif HR (b)	20
3.7	Berbagai tingkat hambatan aktinomiset terhadap pertumbuhan <i>Phytophthora capsici</i> berbasis uji <i>dual culture</i> menunjukkan bentuk koloni kontrol (a), tidak terhambat (b), terhambat (c), dan terhambat serta menghasilkan zona bening (d)	22
3.8	Hasil uji dengan metode <i>dual culture</i> isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae terhadap pertumbuhan <i>Phytophthora capsici</i>	24
3.9	Pengaruh <i>volatile organic compounds</i> (VOC) yang diproduksi isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae terhadap pertumbuhan koloni <i>Phytophthora capsici</i>	26
3.10	Pengaruh filtrat kasar yang diproduksi isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae terhadap pertumbuhan <i>Phytophthora capsici</i>	28
3.11	Aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae pada media CMC, zona bening di sekitar isolat menunjukkan aktivitas pemecahan senyawa selulosa	31
3.12	Produksi hormon asam indol asetat (IAA) oleh aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae pada kontrol (a), 12KPT (b), 57KHT (c), 39KPG (d), 37LAT (e), 28TPJ (f), 43LPT (g), 36PPT (h), 9LAT (i), 2LAP (j), 46PPS (k), 25TPT (l), 10KPT (m), 41LAL (n), 27TPM (o), 1LAL (p), 21CPT (q)	32
3.13	Pohon filogenetik aktinomiset isolat 1LAL dibandingkan dengan isolat dari yang diambil dari GenBank	38
3.14	Pohon filogenetik aktinomiset isolat 2LAP dibandingkan dengan isolat dari yang diambil dari GenBank	39

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



3.15	Pohon filogenetik aktinomiset isolat 25TPT dibandingkan dengan isolat dari yang diambil dari GenBank	40
	Pohon filogenetik aktinomiset isolat 37LAT dibandingkan dengan isolat dari yang diambil dari GenBank	41
	Pohon filogenetik aktinomiset isolat 41LAL dibandingkan dengan isolat dari yang diambil dari GenBank	42
4.1	Morfologi hifa <i>Phytophthora capsici</i> yang berhadapan langsung dengan aktinomiset menunjukkan bentuk hifa normal (a), hifa saling mengkait (b), dinding sel menebal (c), dinding sel lisis (d), gagal bercabang (e), percabangan terhambat (f)	50
4.2	Kemampuan aktinomiset dalam menghambat infeksi cendawan <i>Phytophthora capsici</i> pada benih cabai di media <i>water agar</i> (tanda panah gejala benih yang terinfeksi)	51
4.3	Pertumbuhan aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae pada media ISP2 dengan penambahan metalaksil 2 g L ⁻¹	54
4.4	Pengaruh aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae pada karakter agronomis tanaman (panjang akar, tinggi tanaman, diameter batang) cabai umur 10 minggu	58
4.5	Pengaruh aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae pada pertumbuhan (panjang, ketebalan, kepadatan, percabangan akar tanaman cabai umur 10 minggu	59



DAFTAR LAMPIRAN

1	Kode isolat dan sumber isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae	77
1	Kode isolat dan sumber isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae (lanjutan)	78
2	Peta pengambilan sampel isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae	79
3	Uji <i>seed priming</i> benih aktinomiset terhadap <i>Phytophthora capsici</i> pada media <i>water agar</i>	79
4	Aplikasi aktinomiset pada pembibitan cabai untuk menekan penyakit busuk <i>Phytophthora</i>	80
5	Aplikasi aktinomiset pada tanaman cabai di rumah kaca sebagai pemacu pertumbuhan cabai setelah pindah tanam bibit usia 45 hari (a dan b), tinggi batang (c), diameter batang (d)	81
6	Visualisasi elektroforesis fragmen DNA produk PCR isolat 1LAL (a), isolat 2LAP (b), isolat 25TPT (c), isolat 37LAT (d), isolat 41LAL (e)	82
7	Piktogram susunan basa nukleotida hasil sekuensing isolat aktinomiset asal tumbuhan Solanaceae potensial Berdasarkan amplifikasi gen 16S rRNA dengan primer 27F dan 1492R	82
8	Hasil analisa waktu retensi dan kelimpahan senyawa metabolit yang dihasilkan isolat 2LAP (<i>Streptomyces pratensis</i>) dengan metode GC-MS	85
9	Hasil analisa waktu retensi dan kelimpahan senyawa metabolit yang dihasilkan isolat 37LAT (<i>Pseudonocardia tropica</i>) dengan metode GC-MS	85